

SYSTEM AND METHOD FOR SCHEDULING PRODUCTION

Publication number: JP11120248

Publication date: 1999-04-30

Inventor: SAKAKIBARA RYUTA

Applicant: FURUKAWA ELECTRIC CO LTD

Classification:

- International: B23Q41/08; B65G61/00; G05B19/418; G06Q50/00;
B23Q41/08; B65G61/00; G05B19/418; G06Q50/00;
(IPC1-7): G06F17/60; B23Q41/08

- European:

Application number: JP19970285140 19971017

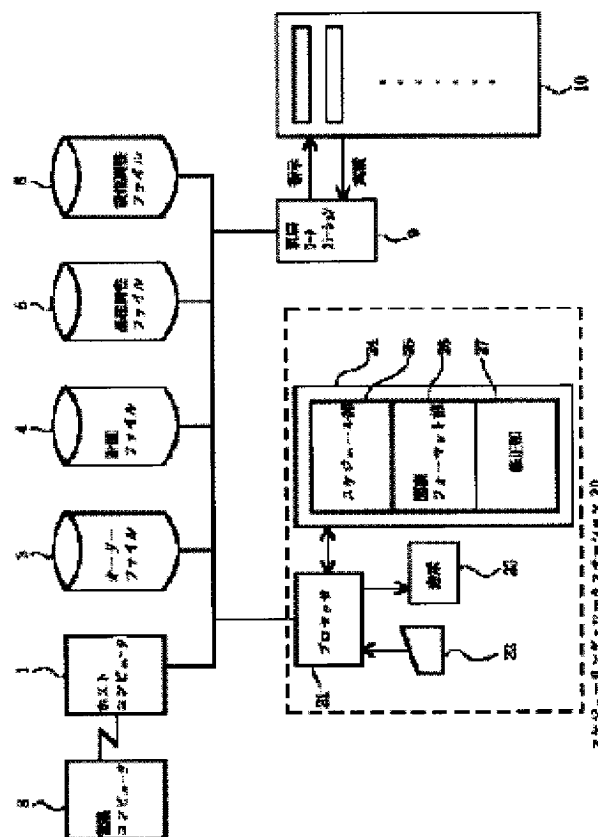
Priority number(s): JP19970285140 19971017

Report a data error here

Abstract of JP11120248

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the deviation between a schedule and the result by providing a system on the job site, where production facilities are installed, and sending production result information such as the actual production starting time of production facilities and the amount of production at the present time point corresponding to the production schedule to a production scheduling system at prescribed timing.

SOLUTION: A schedule part 25 is composed of a program provided with a scheduling algorithm for preparing the moving plan of production facilities in a factory based on data from respective order file 3 and plan file 4 or the like. A job site work station 9 sends the information of the production results concerning the respective facilities of a production facility group in charge to a host computer 1 at the prescribed timing. Based on this information, the host computer 1 updates the contents in the plan file 4 and updates the plan file at a scheduling work station 20. A chart format part 26 reads out this updated plan file at every prescribed time and displays it on a display device 23.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-120248

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.*

識別記号

F I

G 0 6 F 17/60

G 0 6 F 15/21

R

B 2 3 Q 41/08

B 2 3 Q 41/08

A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-285140

(22) 出願日

平成9年(1997)10月17日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 榊原 隆太

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

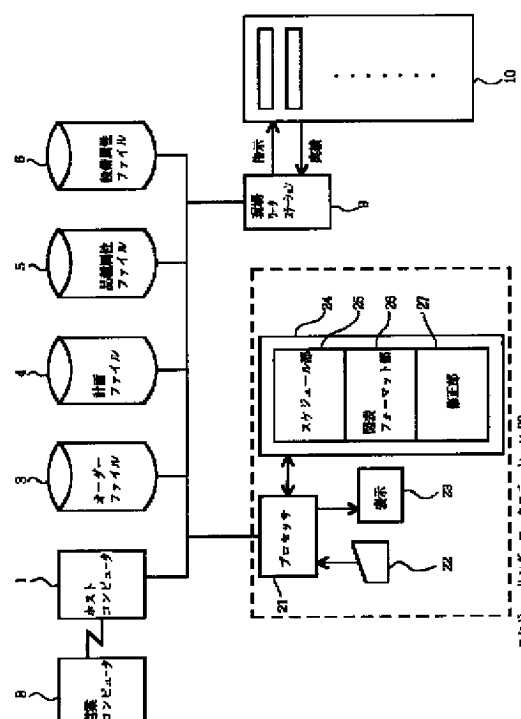
(74) 代理人 弁理士 岡田 次生

(54) 【発明の名称】 生産スケジューリング・システムおよびスケジューリング方法

(57) 【要約】

【課題】 計画と実績との間のずれを小さくする再スケジューリングのためのシステムおよび方法を提供する。

【解決手段】 製品製造のオーダーを記憶するオーダーファイル、製品の品種属性を記憶する品種属性ファイル、および上記製造設備の属性を記憶する設備属性ファイルのデータに基づき、処理すべきオーダーに対応して複数台の製造設備による製造スケジュールを作成するスケジューリング手段と、製造スケジュールを図表形式で表示する表示手段と、表示された図表に修正を加えることのできる入力手段と、修正入力に応じて上記製造スケジュールを修正する手段と、製造設備現場に設けられ、上記製造スケジュールに対応するそれぞれの製造設備の実際の製造着手時刻、現時点での製造量、および製造終了時刻を含む製造実績情報を所定のタイミングで送信する通信手段と、を備え、上記図表上に上記製造スケジュールと対比して製造実績を表示させるようにした生産スケジューリング・システム。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数台の製造設備の生産スケジュールをたてるスケジューリングシステムであって、製品製造のオーダーを記憶するオーダーファイル、製品の品種属性を記憶する品種属性ファイル、上記製造設備の属性を記憶する設備属性ファイル、および製造スケジュールを記憶する計画ファイルを格納する記憶装置と、上記記憶装置から上記オーダーファイル、上記品種属性ファイル、上記設備属性ファイルのデータを読み出し、処理すべきオーダーに対応して上記複数台の製造設備による製造スケジュールを作成し、上記記憶装置の計画ファイルに書き込むスケジューリング手段と、上記計画ファイルに格納された製造スケジュールを図表形式で表示する表示手段と、上記表示された図表に修正を加えることのできる入力手段と、上記製造設備のある現場に設けられ、上記製造スケジュールに対応するそれぞれの製造設備の現時点での製造量および製造終了時刻を含む製造実績情報を一定周期または所定のタイミングで上記生産スケジューリング・システムに送る現場の通信手段と、を備え、上記図表上に上記製造スケジュールと対比して製造実績を表示させるようにした生産スケジューリング・システム。

【請求項2】上記製造実績情報に基づいて稼働中の上記製造設備について現に仕掛かっているオーダーの終了予想時刻を計算し、上記実績表示手段は、該計算された終了予想時刻を上記製造実績に含めて表示させるようにした請求項1に記載のスケジューリング・システム。

【請求項3】オーダーの製造着手予定時刻をa、製造終了予定時刻をb、現在の時刻をc、実際の製造着手時刻をd、このオーダーの終了予想時刻をeとすると、 $e = b + (d - a)$ を計算する請求項2に記載のスケジューリング・システム。

【請求項4】オーダーの製造着手予定時刻をa、製造終了予定時刻をb、現在の時刻をc、実際の製造着手時刻をd、このオーダーの終了予想時刻をeとすると、 $e = d + (\text{このオーダーの製造要求量}) / (c \text{ での製造実績量}) \times (c - a)$ を計算（ただし、cでの製造実績量>0）する請求項2に記載のスケジューリング・システム。

【請求項5】上記生産スケジューリング・システムはホストコンピュータを含み、上記オーダーファイル、上記品種属性ファイル、上記設備属性ファイルおよび上記計画ファイルは、該ホストコンピュータが管理する記憶装置に格納されている請求項1または2に記載のスケジューリング・システム。

【請求項6】複数台の製造設備の生産スケジュールをたてるスケジューリング方法であって、製品製造のオーダーを記憶するオーダーファイル、製品

の品種属性を記憶する品種属性ファイル、上記製造設備の属性を記憶する設備属性ファイル、および製造スケジュールを記憶する計画ファイルを格納する記憶装置から上記オーダーファイル、上記品種属性ファイル、上記設備属性ファイルのデータを読み出し、処理すべきオーダーに対応して上記複数台の製造設備による製造スケジュールを作成し、

上記製造スケジュールを図表形式で表示手段に表示し、入力手段からの入力に応答して表示された図表を修正し、

上記製造設備のある現場から一定周期または所定のタイミングで送信されてくる、上記製造スケジュールに対応するそれぞれの製造設備の現時点での製造量および製造終了時刻を含む製造実績情報に基づき、上記図表上に上記製造スケジュールと対比して製造実績を表示させるようにした生産スケジューリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は製造業において複数品種の製品を複数台の製造機械で同時平行かつ連続的に製造する際に、納期、生産性等を評価としてその値が良くなるように生産計画を立案する生産スケジューリングシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】通常、ある評価値をもとに生産計画を立案する場合は、対象とする期間内で全設備同一の評価基準を用いていた。例えば評価基準として、 $\alpha \cdot (\text{納期遅れの和}) + \beta \cdot (\text{製造製品切替え時間の和})$ （但し、 α 、 β は重み付けされた定数）を採用し、その値が最小となるようスケジュールを求める効率の良いアルゴリズムが数多く提唱されている。

【0003】また、各設備毎の特徴を生かして設備毎に異なるアルゴリズムを用いてスケジューリングを行なう方法として「着工順序決定方法及び装置」と題する特開平8-16206号公報に一例が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】連続操作している工場では再スケジューリングのタイミングが難しく、スケジュール作成中にも製造は続行されており、スケジュール作成時間が一オーダーの製造時間と比較して長い場合には、再スケジューリングに基づいて新たな製造指示を出した後、製造をスタートした時点で既に計画と実績がずれてしまっている場合がある。上述の特開平8-16206号公報に記載される方法では現在仕掛かっている被処理物の被処理物NO.、品種・工程および処理条件等の情報を得て再スケジューリングを行なっているが、計画と実績のずれを小さくすることには寄与できていない。

【0005】したがって、この発明の目的は、計画と実績との間のずれを小さくする再スケジューリングのためのシステムおよび方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明の課題は、次のシステムによって解決することができる。すなわち、複数台の製造設備の生産スケジュールをたてる生産スケジューリングシステムであって、製品製造のオーダーを記憶するオーダーファイル、製品の品種属性を記憶する品種属性ファイル、上記製造設備の属性を記憶する設備属性ファイル、および製造スケジュールを記憶する計画ファイルを格納する記憶装置と、上記記憶装置から上記オーダーファイル、上記品種属性ファイル、上記設備属性ファイルのデータを読み出し、処理すべきオーダーに対応して上記複数台の製造設備による製造スケジュールを作成し、上記記憶装置の計画ファイルに格納するスケジューリング手段と、上記計画ファイルに格納された製造スケジュールを図表形式で表示する表示手段と、上記表示された図表に修正を加えることのできる入力手段と、上記スケジューリング手段に含まれ、上記入力手段からの修正入力に応じて上記製造スケジュールを修正する手段と、上記製造設備のある現場に設けられ、上記製造スケジュールに対応するそれぞれの製造設備の実際の製造着手時刻、現時点での製造量、および製造終了時刻を含む製造実績情報を一定周期または所定のタイミングで上記生産スケジューリング・システムに送る通信手段と、を備え、上記図表上に上記製造スケジュールと対比して製造実績を表示させるようにした生産スケジューリング・システム。

【0007】上記の製造実績の表示には、現時点での製造実績に基づいて計算された設備ごとのオーダー処理の終了予測時刻を含めることができる。

【0008】所定のスケジューリング・アルゴリズムにより作成された製造スケジュールまたはこれを立案者が修正した製造スケジュールと、製造現場の通信手段から送られてくる製造実績情報に基づいて表示される製造実績とが図表形式で対比して表示装置に表示される。再スケジューリングを行うオペレータすなわち立案者は、図表形式で表示される製造スケジュールと製造実績を対比して観察し、図表に修正を入力することにより製造スケジュールの変更を行いまたは次のオーダーの製造スケジュールを作成することができる。

【0009】このように所定のタイミングでシステムに入力される製造実績に基づいて再スケジューリングが行われるので、計画と実際とのずれを最小にすることができる。

【0010】この発明の一形態において、この製造実績に現時点での製造実績に基づいて計算された設備ごとのオーダー処理の終了予測時刻を含めることができる。このように製造実績に基づいて仕掛かり中のオーダーの終了時刻を予測したものを含めて製造実績として表示し、再スケジューリングに使用することができるので、計画と実績のずれを小さくすることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1を参照してこの発明の実施形態を説明する。この発明のスケジューリングシステムは、ホストコンピュータ1、並びにこのホストコンピュータに結合した典型的には磁気ディスク装置である記憶装置に格納されたオーダーファイル3、計画ファイル4、品種属性ファイル5、および設備属性ファイル6を備えている。システムには、ホストコンピュータ1は、営業部門のコンピュータシステム8と通信し、これから製品製造の注文すなわちオーダーを受け取る。

【0012】スケジューリング・システムは、ホストコンピュータ1にLAN接続された1または複数のスケジューリング・ワークステーション20、および製品の製造設備群10のある製造現場に設置された1または複数の現場ワークステーション9を含んでいる。

【0013】営業部門のコンピュータシステム8は、製品名、数量、納期、および担当者名、納入先、特記事項など付随的な情報を含むオーダーをスケジューリング・システムのホストコンピュータ1に送信する。ホストコンピュータ1は、このオーダーを磁気ディスク装置のオーダーファイル3に格納する。

【0014】計画ファイル4には生産計画のフォーマットが含まれており、これをスケジューリング・ワークステーション20がオーダーファイル3とともにダウンロードし、後述するスケジューリング処理によって作成された生産計画がこのフォーマットに入れられて計画ファイル4となり、スケジューリング・ワークステーション20からホストコンピュータ1にアップロードされる。

【0015】品種属性ファイル5には、品名、品名コード、製品の寸法、材料、各製品につきその製造に使用される設備、製品の製造優先順、などの情報が格納されている。設備属性ファイル6には、それぞれの設備の設備コード、設備の生産能力、歩留まりデータ、稼働の優先順などの情報が格納されている。

【0016】スケジューリング・ワークステーション20は、社内LANを介してホストコンピュータ1に接続されており、プロセッサ21と、マウス、キーボードなどの入力装置22、典型的にはCRTディスプレイまたは液晶ディスプレイである表示装置23、プロセッサ21を用いてスケジューリングを実行するスケジューラ24を備えている。スケジューリング・ワークステーション20は、小型ないし中型のコンピュータまたは高性能のパーソナル・コンピュータで構成することができ、この場合スケジューラ24は、コンピュータ・プログラムで構成される。

【0017】スケジューラ24は、オーダーファイル3、計画ファイル4、品種属性ファイル5、および設備属性ファイル6のそれぞれからのデータに基づいて工場の製造設備の稼働計画を作成するスケジューリング・アルゴリズムを含むプログラムで構成されるスケジュール

部25（本発明のスケジューリング手段の一例）を有する。スケジュール部25で作成されたスケジュールは、図表フォーマット部26で典型的にはガントチャートである図表形式にまとめられ、表示装置23に表示される。

【0018】オペレータすなわち立案者は、表示装置23に表示される図表を観察し、これにマウス、キーボードなどの入力装置22を使って修正を加えることができる。スケジューラ24の修正部27（本発明の、製造スケジュールを修正する手段の一例）がこの修正を取り扱

い、図表上での修正入力によってスケジュールが修正される。

【0019】現場ワークステーション9は、担当する製造設備群の各設備について製造実績の情報を所定のタイミングでホストコンピュータ1に送り、ホストコンピュータは、この情報に基づいて計画ファイル4の内容を更新し、スケジューリング・ワークステーション20の計画ファイルを強制的に更新する。図表フォーマット部26は、たとえば所定時間ごとにこの更新された計画ファイルを読み出し、表示装置23に表示させる。尚、次回にスケジューリング・ワークステーション20が計画ファイル4をダウンロードすると、更新された実績情報が図表に含められて表示装置23に表示される。

【0020】図表フォーマット部26は、仕掛かり中のオーダーについてその製造実績からそのオーダーの終了時刻を予想し、この終了予想時刻を実績データに含めて実績表示の一部として図表形式で表示装置23に表示する。

【0021】スケジューリング・ワークステーション20は、完成したスケジュールをホストコンピュータ1に送り、ホストコンピュータ1は、これを計画ファイル4に格納する。製造現場のワークステーション9は、製造工程の節目でホストコンピュータ1から計画ファイル4をダウンロードし、自己に関係する生産スケジュールを表示装置に表示し、またはプリンタに出力し、スケジュールに従って製造設備群10を稼働させる。

【0022】

【実施例】次いで好ましい実施例を説明する。ホストコンピュータ1は、営業コンピュータ・システム8から「これこれの製品をいつまでにどれだけ納入せよ」と言った内容のオーダーを受け取ると、このオーダーをオーダーファイル3に格納する。

【0023】スケジューリング・ワークステーション20は、ホストコンピュータ1からオーダーファイル、品質属性ファイル、設備属性ファイル、計画ファイルをダウンロードし、生産スケジューリング対象の各オーダーを優先順位の高い設備から順次割当ていき、全設備への割り当てが終わると、設備ごとの負荷状況を求める。各設備の負荷は、ここでは設備属性ファイル6に登録されている歩留りデータとオーダー毎の品種属性から設備

別の生産能力を導いて計算する。こうして求められた負荷状況は、図表フォーマット部26で棒グラフの形式にフォーマットされ、この棒グラフが表示装置23に表示される。

【0024】次に計画立案者は設備群別に負荷平準化を狙ってオーダーの製造設備および製造日を変更させる。例えば、同一設備群内での各設備の負荷時間のうち最大のもを小さくすると言う指標に基づいて、計画立案者が表示装置23に表示される前述の棒グラフを参照して負荷の確認をし、この棒グラフに対応したオーダーの製造設備や製造日を修正する。

【0025】各オーダーの製造設備と製造日が決定したら、スケジューラ24は、スケジュール部25に含まれる設備あるいは設備群別の評価基準およびアルゴリズムを用いてオーダーの製造順番を決定し、計画ファイルに順序データを入れる。

【0026】例えば設備群1の各設備では一日の製造オーダー数が10個以下なので、そのオーダーについてのスケジュールの全組み合わせ（10！個の組み合わせがある）を探索して評価基準1を満足させる最適解を求める。評価基準1としては、上述の評価基準を用いる。すなわち、 $\alpha \cdot$ （納期遅れの和） $+\beta \cdot$ （製造製品切替え時間の和）が最小になるようにオーダーの製造順を決定する。ここで、 α 、 β は重み付けされた定数である。

【0027】設備群2では一日での製造オーダーが10個を超えるので全組み合わせの探索では実用的な時間内に解を求めることができない。そこでシミュレーテッド・アニーリング法（Simulated Annealing Method、SA法）を用いて次の評価基準2の大局的最小値が得られる解を求める。シミュレーテッド・アニーリング法自体は、周知の手法である。

【0028】計画立案者は、こうして求められ表示装置に表示される製造スケジュールのガントチャートを観察しながら、入力手段22から修正を入力して各オーダーについての製造設備及び製造順番を最終的に決定することができる。

【0029】こうして得られた生産計画は、図2に示すようなガントチャートの形の進捗画面として表示装置23に表示される。図2において、製造予定バーは、各オーダーの製造開始予定時刻から製造終了予定時刻まで延びている。従って、その長さは、製造負荷を示す。なお、製造実績バーにおいて、現在時刻から終了予想時刻までの間は、他の部分と色を変えて表示してもよい。また、製造予定バーと製造実績バーは、オーダーごとに接続線で結ばれている。

【0030】図2においてA、B、C、D、E、F、Gは、同じ製品の製造に使用することのできる個々の設備を示す。この例ではAからGまでの7基の設備を設備群と称し、設備群に含まれる各設備の間での負荷の分担が適正になり、かつオーダーの処理が迅速になされるよう

に負荷の分担の調整が行われる。設備群に含まれる各設備の能力は同じであってもよく、それぞれ異なっているもよい。一般的には設備の機種、設置時期などの違いにより能力に差がある。

【0031】時間スケール31は、1日を0時から23時の1時間刻みの時間で表示している。図2の例では、設備群は、3交代制で1日24時間の稼働が可能なものとして示してある。バーA1ないしF1は、それぞれ対応する設備AないしFの製造予定を示し、細いバーA2ないしF2は、それぞれ対応する設備AないしFの製造実績を示す。後に図3および図4を参照して詳細に説明するように、実績バーA2ないしF2は、製造実績に加えて製造終了の予想時刻を含めて表示される。したがって、オペレータは、この製造実績バーを参照しながら各設備の次の稼働予定を組んだり、設備の負荷の分担を変更したりするスケジュールの立案および修正、すなわち再スケジュールリングを行うことができる。

【0032】メニューボタン32には、オーダー取込ボタンが備えられている。このボタンは、ホストコンピュータ1を介してオーダーファイル、品質属性ファイル、設備属性ファイル、計画ファイルをスケジュールリング・ワークステーション20に取り込むためのものである。LOADボタンは、最新の製造スケジュールを表示装置23に表示させるものである。

【0033】スケジュール24で作成された生産計画のファイルは、ホストコンピュータ1に送られ、計画ファイル4に格納される。製造設備のある製造現場では、こうして完成されたスケジュールを現場のワークステーション9で見ることができ、このスケジュールに従って設備を稼働させる。また、コンピュータ制御で稼働する設備については、コンピュータがこのスケジュールに従った指示をそれぞれの設備に与える。

【0034】現場ではこの指示に従って製造を行い、その実績を一定周期または所定のタイミングでホストコンピュータ1に送る。所定のタイミングとは製造着手時、終了時の他に、製造物が固体で数えられる場合には1オーダーの要求数量に対して1個ずつ製造が完了した時などを指す。実績データとはオーダーID、製造設備、製造着手時刻、製造終了時刻、製造進捗（%や製造個数）等である。

【0035】ここで図3を参照して、製造終了予測の方法を説明する。今ある設備においてオーダーAが仕掛かり中であり、製造予定バーfで示されるようにスケジュール上このオーダーは時刻aに着手し、時刻bに終了するものとする。実績バーgで示されるように現在の時刻をc、実際の製造着手時刻をdとすると、このオーダーの終了予想時刻eは、次の式で表されるように、着手時刻のずれをそのままスライドさせて求めることができる。

【0036】

【数1】 $e = b + (d - a)$

【0037】または、次の式で表されるように製造実績の要求量に対する割合でオーダーの終了予想時刻を求めることができる。

【0038】

【数2】 $e = d + (\text{オーダーAの製造要求量}) / (\text{現時点cでの製造実績量}) \times (c - a)$

但し、(現時点cでの製造実績量) > 0

【0039】図4には図2の棒グラフの設備Aに関連する製造予定バーA1および実績バーA2の詳細を示す。この例では、予定バーA1の中に複数のオーダーA11、A12、A13、A14、A15、A16が含まれており、A14が現時点で製造中のオーダーである。実績バーA2は、オーダーA11、A12、A13、A14に対応する部分バーA21、A22、A23およびA24が含まれる。

【0040】部分バーA24には、現在時刻の位置に続いて終了予想時刻を示す部分が含まれ、この部分は、異なる色で表示される（図4では網掛けで示す）。部分バーA24の現在時刻を示す位置は、予定バーA1のオーダーA14に接続され、その接続位置は、製造中のオーダーA14の進捗度合いを示す。

【0041】再スケジュールリングを行なう際には各設備毎の仕掛かりオーダーの終了予測時刻をもとに次のオーダーの開始時刻を決定する。スケジュール作成時間が1つのオーダーの製造時間に比べて長い場合や、次のオーダーの製造準備に手間がかかるような場合は仕掛かりオーダーから予定していたいくつかのオーダー分は固定して、その先のオーダー分からスケジュールリングを行なうこともできる。

【0042】ホストコンピュータ1は、営業部門のコンピュータ・システム8から入力されるオーダーおよびこれに基づいてスケジュールリング・ワークステーション20が作成するスケジュールに従って計画ファイル4を更新する。例えばオーダーデータが1日2回更新され、生産計画立案は1日2回なされ、実績データは1日500回送信されるとすると、計画ファイル4は色々なタイミングで更新することができる。古いデータによって計画ファイルのデータが更新されることがないように計画ファイルの各レコードにはデータ更新時刻及びそのレコードを更新したプログラム名を記録しておく。他のプログラムがデータを更新するときは、この記録を見ながら更新の可否、あるいは該当するレコードで更新しても良いデータ項目を判断する。

【0043】

【発明の効果】以上に述べた通り、本発明によると、製造予定と製造実績とを対比しながら生産計画の再スケジュールリングを行うことができるから、予定と実際とのずれを小さくすることができる。また、この発明の一形態では製造実績をリアルタイムに収集し、製造中のオーダーの終了時刻予想を含めて再スケジュールリングを行うの

で、連続操業工場における計画と実績とのずれを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】生産スケジューリング・システムの全体的構成を示すブロック図。

【図2】生産スケジュールの棒グラフの一例を示す図。

【図3】製造終了時刻の予想と計画とを対比したチャート図。

【図4】図2の棒グラフの一部の詳細を示す図。

【符号の説明】

- 1 ホストコンピュータ
3 オーダーファイル

* 4

5

6

8

9

10

20

21

22

10 23

24

*

計画ファイル

品種属性ファイル

設備属性ファイル

営業部門コンピュータ・システム

現場ワークステーション

設備群

スケジューリング・ワークステーション

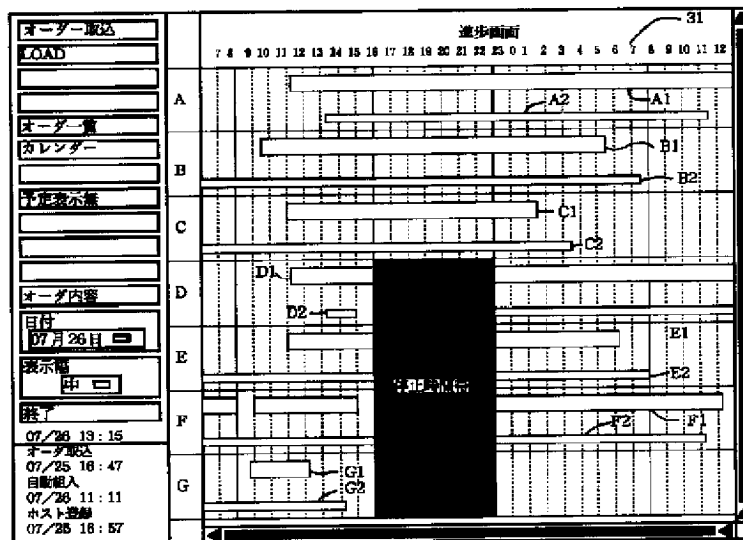
プロセッサ

入力装置

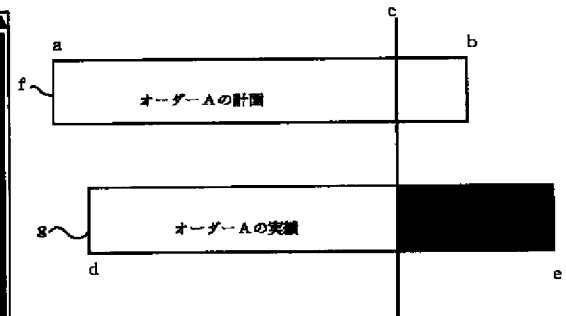
表示装置

スケジューラ

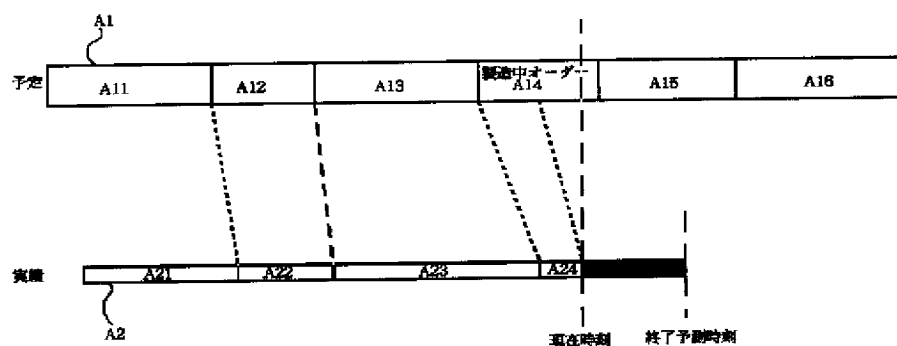
【図2】



【図3】



【図4】



【図1】

